

DE2027861

Patent number: DE2027861

Publication date: 1971-12-09

Inventor:

Applicant: MOTOREN TURBINEN UNION

Classification:


- International: *F01D5/02; F01D5/22; F01D5/28; F01D5/30; F01D11/00; F01D21/04; F01D5/00; F01D5/02; F01D5/12; F01D5/28; F01D11/00; F01D21/00; (IPC1-7): F01D5/22*

- european: F01D5/02C; F01D5/22B; F01D5/28C; F01D5/30; F01D11/00D2; F01D21/04B

Application number: DE19702027861 19700606

Priority number(s): DE19702027861 19700606

Also published as:

 FR2095458 (A5)

Report a data error here

Abstract not available for DE2027861

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

61

Int. Cl.:

F 01 d, 5/22

P603 655/2011

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



62

Deutsche Kl.: 14 c, 5/22

10

11

Offenlegungsschrift 2 027 861

21

Aktenzeichen: P 20 27 861.9

22

Anmeldetag: 6. Juni 1970

43

Offenlegungstag: 9. Dezember 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Laufrad für hochtourige Strömungsmaschinen, insbesondere Axialrad

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Motoren- und Turbinen-Union München GmbH, 8000 München

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Schmidt-Eisenlohr, Uwe, Dipl.-Ing., 8000 München

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960):
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2027861

München, den 4. Juni 1970

Laufrad für hochoberige Strömungs-
maschinen, insbesondere Axialrad.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Laufrad für hochoberige Strömungsmaschinen, insbesondere auf ein Axialrad.

Zweck der Erfindung ist es, ein Strömungsmaschinenlaufrad zu schaffen, das bei sehr hohen Temperaturen (1000°C und mehr) sehr hohe Drehzahlen (40 000 Umdrehungen pro Minute und mehr) verträgt. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, den radial äußeren Bereich des Laufrades, insbesondere die Befestigung der Schaufeln am Außenkranz der Radscheibe, möglichst gewichtsparend zu gestalten. Dieser Forderung steht die hohe Festigkeit gegenüber, die gerade im Bereich der Verbindungsstelle zwischen Schaufeln und Radscheibe vorhanden sein muß.

Bisher angewandte Mittel zur Schaffung eines Strömungsmaschinenlaufrades für extrem hohe Temperaturen und Drehzahlen sind ent-

T-292

- 2 -

109850/0910

weder starke Kühlung der Schaufeln und Radscheibe oder eine konstruktive Gestaltung der Laufräder, die dicke, nach außen konisch sich verringernde Radscheiben mit sehr kleinen Schaufeln vorsieht. Der Anwendung dieser beiden Mittel sind jedoch Grenzen gesetzt, die bei der Kühlung vor allem im hohen baulichen Aufwand und der ständigen Verlustleistung liegen, während sie bei der Anwendung sehr dicker Radscheiben in der übergroßen Masse dieser Räder und der damit verbundenen Schwingungsempfindlichkeit der Aufhängung (Wellen, Lager) zu suchen sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Strömungsmaschinenlaufrad zu schaffen, das im Anschlußbereich der Schaufeln an die Radscheibe bei hohen Temperaturen große Festigkeit und gleichzeitig geringes Gewicht in sich vereinigt.

Zur Lösung dieser Aufgabe bedient sich die Erfindung der Erkenntnis, daß es Fasern und Whisker gibt, die im Gegensatz zu Metallen bei extremen Temperaturen (bis etwa 2000°C) hohe Zugspannungen aufnehmen können, wenn ihre Oberfläche vor chemischen und mechanischen Angriffen geschützt ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß faserverstärkte Ringe die Radscheibe am Außenumfang umschließen und die Schaufeln in der Radscheibe halten.

T-292
4.6.70

- 3 -

109850/0910

Der Hauptvorteil eines erfindungsgemäßen Laufrades ist darin zu sehen, daß die bei extrem hohen Drehzahlen auftretenden tangentialen und radialen Spannungen, die auf die Masse der Schaufeln und ihre Befestigung zurückzuführen sind, von den faserverstärkten Ringen aufgenommen werden und somit die Radscheibe nurmehr geringen Belastungen ausgesetzt ist. Daraus ergibt sich der weitere Vorteil, das Laufrad auf einem Temperaturniveau betreiben zu können, bei dem Metalle eine Festigkeit aufweisen, die bei weitem nicht der hohen Fliehkraftbelastung gewachsen wäre.

Die faserverstärkten Halteringe für die Schaufeln eines erfindungsgemäßen Laufrades sollen aus Bor- oder Kohlefasern gewickelt sein, die in eine aus wärmebeständigem Metall bestehende Matrix eingebettet sind. Deshalb soll die Metallmatrix aus einer Nickel-Kobaltlegierung bestehen, da solche Legierungen besonders hohe Temperaturen aushalten.

Die konstruktive Gestaltung der Schaufel- Radscheibenverbindung erfolgt nach einem weiteren Merkmal der Erfindung so, daß die Radscheibe am Außenumfang eine umlaufende Nut trägt, in der die mit Hammerkopffüßen versehenen Schaufeln aufgereiht sind, wobei die faserverstärkten Ringe teilweise die Schaufelfüße und teilweise den Außenumfang der Radscheibe überdecken. Durch die-

T-292
4.6.70

- 4 -

109850/0910

se Art der Befestigung werden die Schaufeln über die faserverstärkten Ringe am Außenumfang der Radscheibe zentriert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung besteht die Radscheibe aus einer Nabe, an die sich radial nach außen schräggestellte Speichen anschließen, die den Außenring der Radscheibe mit der Nabe verbinden, wobei der Außenring durch Radialschlitze mehrfach geteilt ist. Diese Ausbildung der Radscheibe hat den Vorteil, daß die unterschiedlichen Wärmedehnungen der aus Metall bestehenden Radscheibe und der faserverstärkten Halteringe nicht dazu führen, daß bei Erhitzung der Scheibe die faserverstärkten Ringe außer der Beanspruchung durch Fliehkräfte zusätzliche Belastung in Folge der radialen Wärmedehnung der Scheibe aufnehmen müssen. Außerdem wird die Masse der Radscheibe durch diese Ausbildung gegenüber einer vollen Scheibe wesentlich verringert.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Unterbrechungen in der Radscheibe zwischen den einzelnen Speichen mit Abdeckplatten versehen, die einen Druckausgleich oder Gasdurchlaß durch die Scheibe verhindern. Diese Abdeckplatten sind gegen die Achsnormale geneigt. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß bei entstehender Fliehkraft die Ratten gegen die Dichtflächen an der nabenseitigen Begrenzung der Schaufeln gepreßt werden.

T-292
4.6.70

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß mit einem Deckband versehene Schaufeln verwendet werden, die an ihrem Außenumfang von einem faserverstärkten Ring umschlossen werden. Diese Anordnung hat zwei wesentliche Vorteile: Erstens werden die Fliehkräfte, die aus der Schaufelmasse selbst herühren, zum großen Teil von diesem Ring aufgenommen, so daß die Zugfestigkeit der Schaufeln relativ gering sein kann und zweitens ergibt sich eine Verringerung der Schwingungen der Schaufeln.

Die Anordnung des äußeren Halteringes ermöglicht eine weitere Verbesserung des Laufrades, die gemäß der Erfindung darin besteht, daß Schaufeln aus Keramikwerkstoff verwendet werden. Die Anwendung von Keramikschaufeln, die höchste Gastemperaturen zulassen, war bisher deshalb nicht möglich, weil sie sehr schwingungsempfindlich sind und demzufolge ein äußeres Deckband zur Schwingungsdämpfung erfordern. Auf ein solches äußeres Deckband mußte aber bei Rotoren für sehr hohe Drehzahlen aufgrund der eingangs genannten Schwierigkeiten bisher verzichtet werden, da hierdurch die Belastung der Radscheibe erheblich gesteigert wurde. Im Gegensatz dazu bringt die Anwendung von Schaufeln mit Deckband, das von einem faserverstärkten Ring umschlossen wird, keine Steigerung der Belastung der Radscheibe, sondern eine Verminderung, indem der Ring die Fliehkräfte der Schaufeln aufnimmt.

T-292
4.6.70

- 6 -

109850/0910

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Laufrad in einem Schnitt durch die Drehachse,

Fig. 2 ausschnittsweise die Ansicht II des Laufrades gemäß Fig. 1 und die gleiche Ansicht eines Rades gemäß Fig. 3,

Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Laufrad, bei dem die Schaufeln auch an ihrem Außenumfang von einem faserverstärkten Ring umschlossen sind.

In Fig. 1 ist eine Radscheibe mit 4 bezeichnet. Diese Radscheibe besteht aus einer Nabe 4a, an die sich radial nach außen schräggestellte Speichen 3 anschließen, die die Nabe 4a mit einem Außenring 2 der Radscheibe verbinden. An seinem Außenumfang ist der Außenring 2 der Radscheibe 4 mit einer umlaufenden Nut 21 versehen, in der mit Hammerkopffüßen 5a ausgestattete Schaufeln 5 aufgereiht sind. Erfindungsgemäß werden die Schaufeln 5 von faserverstärkten Ringen 1, die den äußeren Umfang der Radscheibe 4 umschließen, in der Radscheibe gehalten. Die Ringe 1 bestehen erfindungsgemäß aus Bor- oder Kohlefasern oder Whiskern, die in eine Metallmatrix aus einer Kobalt- Nickellegierung eingebettet sind. Im Falle der Verwendung langer Fasern können die

T-292
4.6.70

- 7 -

109850/0910

Ringe 1 auf der Radscheibe gewickelt werden. Bei Verwendung kruzer Fasern (Whisker) ist es einfacher die Ringe 1 fertig hergestellt auf die Scheibe aufzuziehen. Die faserverstärkten Ringe 1 können mit einem Blechmantel 1a gegen äußere Beschädigungen geschützt sein, sie können aber auch ohne Umhüllung zur Anwendung kommen. Die Unterbrechungen in der Radscheibe 4, die zwischen den einzelnen Speichen 3 entstehen, sind mit Abdeckplatten 6 versehen, um einen Druckausgleich zwischen den beiden Seiten des Laufrades zu verhindern. Die Abdeckplatten 6 sind im gezeichneten Beispiel mit einem Sägezahnprofil an der Nabe 4a des Laufrades 4 befestigt und verkeilt. Die Abdeckplatten 6 sind gegen die Achsnormale geneigt angeordnet. Bei einer entstehenden Fliehkraft auf den Abdeckplatten 6 ergibt sich so an den Dichtflächen 7 zwischen den Abdeckplatten 6 und der nabenseitigen Begrenzung der Schaufeln 5 eine Pressung, die in vorteilhafter Weise eine sichere Abdichtung gewährleistet.

In Fig. 2 ist die Schrägstellung der Speichen 3 gegen die Radialrichtung des Rotors zu sehen. Der Außenring 2 der Radscheibe 4 ist mehrfach durch Radialschlitze 9 geteilt. Die Abdeckplatten 6 können als komplette Ringe ausgebildet sein, oder als Ringabschnitte, die mit Überlappungslaschen 6b versehen sind (Fig. 2).

Bei dem in Fig. 3 gezeigten Laufrand sind Schaufeln 5 mit Deckband 11 vorgesehen, die an ihrem Außenumfang zusätzlich

von einem faserverstärkten Ring 10 umschlossen sind. Dieser Ring 10 besteht aus den gleichen Materialien wie die Ringe 1.

Bei hoher Drehzahl des Laufrades 4 werden die entsprechenden Tangential- und Radialspannungen aus der Fliehkraft der Speichen 3, des Ringes 2 und der Schaufeln 5 von den faserverstärkten Halteringen 1 ganz oder teilweise aufgenommen. Im Falle eines zusätzlichen äußeren Halteringes 10 nimmt dieser die aus der Schaufelmasse entstehende Fliehbelastung teilweise auf, so daß die inneren Halteringe 1 somit entsprechend entlastet werden.

Durch die schwingungsdämpfende Wirkung des äußeren Ringes 10 auf die Schaufeln 5 ist es möglich, im Falle der Anordnung eines äußeren Ringes 10 Schaufeln 5 aus Keramikmaterial zu verwenden. In Fig. 2 ist angedeutet, wie mehrere Schaufeln 5 zu einem Schaufelringabschnitt 15 zusammengefaßt sind.

T-292
4.6.70

109850/0910

München, den 4. Juni 1970

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Laufrad für hochoberige Strömungsmaschinen, insbesondere Axialrad, dadurch gekennzeichnet, daß faserverstärkte Ringe (1) den äußeren Umfang der Radscheibe (4) umschließen und die Schaufeln (5) in der Radscheibe (4) halten.
2. Laufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringe (1) aus Bor- oder Kohlefasern gewickelt sind, die in eine aus wärmebeständigem Metall bestehende Matrix eingebettet sind.
3. Laufrad nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallmatrix aus einer Kobalt-Nickel-Legierung besteht.
4. Laufrad nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle von wickelbaren Fasern Whisker in die Metallmatrix eingebettet sind.

T-292

- 2 -

109850/0910

5. Laufrad nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Radscheibe (4) am Außenumfang (2) eine umlaufende Nut (21) aufweist, in der die mit Hammerkopffüßen (5a) versehenen Schaufeln (5) aufgereiht sind, wobei die Halteringe (1) teilweise die Schaufelfüße (5) und teilweise den Außenumfang der Radscheibe (4) überdecken.
6. Laufrad nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es aus einer Nabe (4a) besteht, an die sich radial nach außen schräg gestellte Speichen (3) anschließen, die den äußeren Ring (2) der Radscheibe (4) mit der Nabe (4a) verbinden, wobei der äußere Ring (2) durch Radialschlitze (9) mehrfach geteilt ist.
7. Laufrad nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechungen in der Radscheibe (4) zwischen den einzelnen Speichen (3) mit Abdeckplatten (6) versehen sind.
8. Laufrad nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckplatten (6) gegen die Achsnormale geneigt sind.
9. Laufrad nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit Deckband versehene Schaufeln verwendet werden, die an ihrem Außenumfang von einem faserverstärktem Ring (10) umschlossen werden.

10. Laufrad nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Ring (10) den gleichen Aufbau wie die Halteringe (1) aufweist.
11. Laufrad nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Schaufeln (5) jeweils zu einem Schaufelringabschnitt (15) zusammengefaßt sind.
12. Laufrad nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufeln (5) oder die Schaufelringabschnitte (15) aus Keramikmaterial bestehen.

T-292
4.6.70

109850/0910

12
Leerseite

COPY

